

変形菌の形づくり - 単細胞はどのように複雑な子 実体をつくるのか

著者	矢島 由佳
雑誌名	ミルシル
巻	65
ページ	16-17
発行年	2018-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00010009

変形菌の形づくり

—単細胞はどのように複雑な子実体をつくるのか

「単細胞」と聞くとシンプルな形を連想し、複雑な形づくりは多細胞の得意技と思いませんか？ 実は単細胞の生物にも、複雑な構造をつくることのできる生物がいて、その一つが変形菌です。変形菌はどのようにして複雑な構造をつくり出すのでしょうか？

変形菌の形—子実体の不思議

変形菌が人々を魅了する理由の一つに、その子実体の形の美しさが挙げられます。そのまま見ても十分美しいのですが、胞子を飛ばして光学顕微鏡で拡大して観察すると、その緻密な構造に驚かされます(図1)。この構造が「複数の細胞からできていない」と言うと、ピンとくるでしょうか？ 私たちは、生物の基本単位は細胞で、その細胞が複数集まって多細胞となり複雑な形をつくっていると学びます。しかし、変形菌は単細胞生物です。単細胞が、どうやって子実体という複雑で美しい形をつくり出すのでしょうか？ これは100年以上も前から続く、生物学の大きな疑問の一つです。

たった1つの細胞が複雑な形をつくり出す

変形菌は変形体の時、細胞が1つしかありません。このたった1つの細胞は、ある時よりえさをとることをやめ、子実体形成に専念し始めます。この様子を動画撮影して早回しで見ると、変形体がリズミカルに動きながら子実体をつくっ

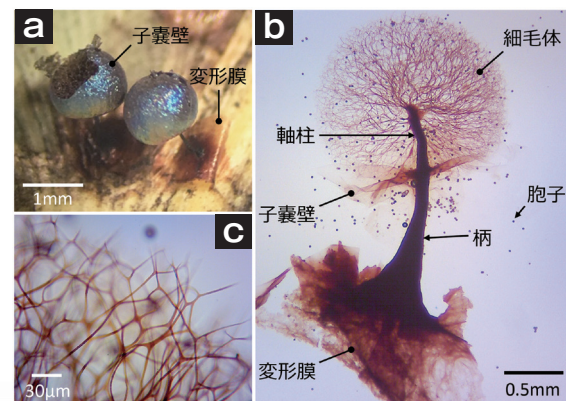


図1 ザウターレルリホコリの子実体の形

a：美しく光るブルーの子嚢壁をもつ子実体。赤く薄い膜は変形膜で、これが野外で変形菌と菌類のきのこを見分けるコツにもなる。b：胞子をできるだけ飛ばした子実体の光学顕微鏡写真。木の枝のような細毛体や、軸柱といった構造が観察できる。c：細毛体の一部の拡大。繊細に枝分かれしていて、これが分泌物でつくられていることに驚かされる。

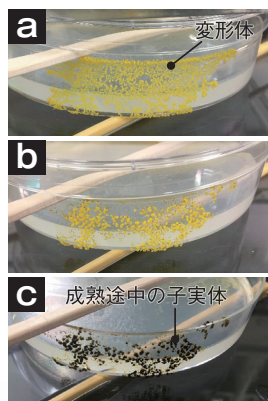


図2 モジホコリの子実体形成の様子

時間はaからcの順で進んでいる。a：黄色い1つの変形体が、小さい塊に分かれ始めた。b：1つ1つの子実体のサイズに完全に分かれた。c：胞子がつくれ、子嚢が黒くなった。(写真撮影：室蘭工業大学 渡辺計介)



文・図版・写真

矢島 由佳 やじま ゆか

室蘭工業大学応用理化学系学科准教授
2010年北海道大学大学院農学院博士後期課程修了。博士（農学）。産業技術総合研究所特別研究員、米田ローレンス・パークレー国立研究所客員研究員、京都大学大学院医学研究科特定研究員などを経て、2015年より現職。専門は変形菌分類学。細胞がもつ機能とその使い方から、分類形質としての子実体構造について研究を行っている。

ている様子が観察できます(図2)。この細胞を時間ごとに見てみると、柄や軸柱、細毛体、子嚢壁、胞子壁などの構造がどんどん現れ、まるで変形菌が魔法を使ったかのようです。できた子実体を顕微鏡で観察すると、生きた変形菌の細胞は胞子の中にしかなく、そのほかの構造の中にはないことがわかります(図3)。これらの構造はどうやってつくられ、そして生きた細胞はどうやって胞子の中だけに入ったのでしょうか？

さまざまな顕微鏡を使って詳しく調べると、たった1つの細胞が子実体の構造をこつこつとつくりあげていくことがわかります。鍵を握るのは、細胞が細胞として存在できる理由の一つである、膜構造です。変形菌の細胞は、子実体形成の時に膜をととても上手に使います。膜の外側（細胞の内容物がない側）にさまざまなものを分泌または排出することで、子実体の複雑な構造をつくりあげていきます。たとえば糸状の細毛体がある種類では、細胞の中に膜で仕切られた空間をつくり、その空間の中に分泌物を出していき細毛体をつくります(図4)。細胞の一番外側には細胞膜があり、この膜の外にもいろいろな物質を

分泌し、子嚢壁をつくります。そして変形菌の細胞は分割を始め、膜で包まれた胞子1個に相当する多数の細胞の塊に分かれます。この膜の外にも物質を分泌し、私たちが胞子壁とよぶ非常に美しく規則的な構造をつくり出すと考えられています(図5)。つまり細胞は膜の外へ物質の分泌を繰り返し、最後に胞子が形成された結果、胞子の中にだけ生きた細胞が存在すると考えられます。これらの膜の利用と分泌の場所や時間、分泌物の種類は個体によって異なると考えられ、多様で美しい変形菌の子実体として私たちの前に現れてくれます。

生殖細胞をつくるための大掃除

変形体というたった1つの細胞がつくる子

実体は、先に述べたように細胞が分泌したものでほとんど構築されていて、生きた状態の細胞は胞子の中にしか残っていません。その胞子から出てくる粘菌アメーバや遊走細胞（鞭毛細胞）は、生殖細胞としての役割ももつと考えられています。このような観察から、変形菌は子実体形成の時に「体が丸ごと生殖細胞になる」(全実性)と表現され

てきました。極端なたとえをするなら、動物の体の細胞がすべて精子が卵に変身するようなものです。しかし実際の動物は、体をつくる「体細胞」と、精子や卵をつくる「生殖細胞」がある時点から分けています。次の世代には使い古した体細胞ではなく、温存しておいた比較的きれいな生殖細胞を使って命をつないでいます。では変形菌ではどうでしょうか？細胞が1つしかなく、それが丸ごと生殖細胞になるなら、成長する過程で使い古して汚れた細胞がそのまま生殖細胞になってしまいます。

汚れた細胞をそのままにしておくときさまざまな病気の原因になってしまうことが、動物の研究からわかってきています。変形菌が、使い古した細胞をそのまま丸ごと生殖細胞にするならば、病気の原因のようなものが次世代に引き継がれてしまい、やがて変形菌という生き物は絶滅してしまったでしょう。しかし変形菌はいまも私たちの目の前で生きています。その理由の一つが、細胞の大掃除と考えられます。

変形菌が子実体をつくるとき、たった1つの細胞は自分の中身を大掃除します。栄養成長をする変形体のころも掃除はしていますが、子実体形成の時には細胞内の見た目ががらっと変わるほど大々的で(図6)、まさに大掃除です。食胞(胃のようなもの)の中の食べ残しを捨てたり、大胆に自分の細胞の一部をちぎって捨てたり、細胞内に膜でできた袋を用意して細胞の一部を分解したりと、単細胞なのにとても器用に大掃除をしていきます。この大掃除の結果の一部は、各子実体構造の一部になることがあり、細毛体や柄などの中に、食べ残しや“元”自身の細胞の一部(生きていない細胞)、捨てられた核やミトコンドリアなどの細胞内小器官(オルガネラ)などが見つかることがあります。このような細胞の大掃除も、子実体の複雑な構造に反映していると考えられます。

おわりに

さらにおもしろいことに、子実体をつくる時期に活発に発現している遺伝子の一部は、細胞死に関連しています。不死とも思える変形菌ですが、子実体形成時の大掃除で「1つしかない細胞の一部を死なせる」という驚くほど器用なことをしている

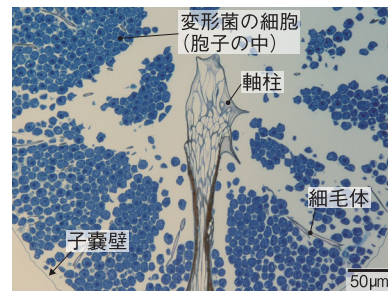


図3 ルリホコリの子嚢の断面像

見やすいように青の色素で染めている。青い粒が胞子の中の細胞で、さらに濃い青の点として細胞の核が見える。子嚢内の白い空間は、染色液を洗う途中で胞子が抜けてしまったところ。

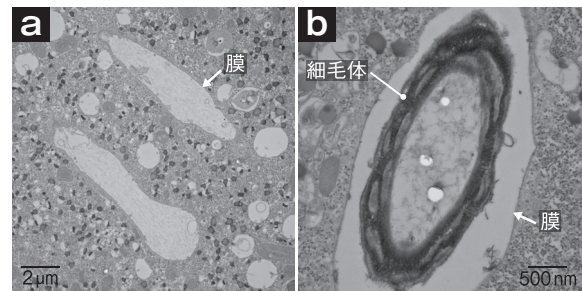


図4 ルリホコリの細毛体ができる様子をとらえた透過型電子顕微鏡写真

グレーで粒々が見える部分が変形菌の細胞の中身。a：細毛体形成初期。膜の袋内にうっすら分泌物が見え始める。b：細毛体形成後期。膜の袋内に黒い細毛体の断面が見える。

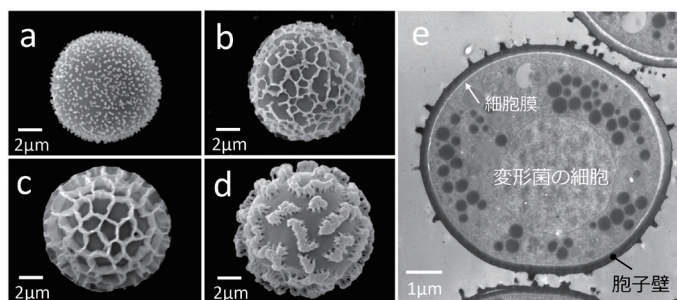


図5 変形菌の胞子

a～d：さまざまな変形菌の胞子の走査型電子顕微鏡写真。いぼ型や網目型、とさか型といった美しい形を変形菌がつくる。e：変形菌の胞子の透過型電子顕微鏡写真。変形菌の細胞の周りに、厚い胞子壁が見える。

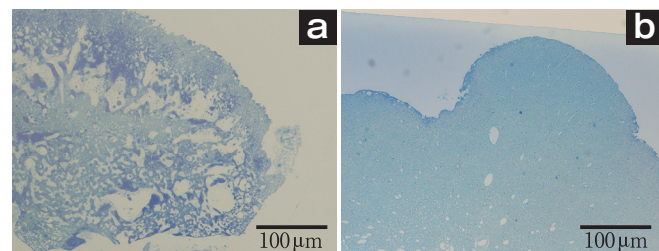


図6 ルリホコリの子実体形成中の細胞の断面像

見やすいように青の色素で染めている。a：形成初期。細胞の中はぐちゃぐちゃに見える。b：形成後期。非常に均一できれいな細胞内の様子が見える。

のかもしれません。また多細胞生物では、細胞が死ぬときに出る物質は他の細胞に悪影響があるため、細胞はそのほかの細胞を救うために「うまく死ぬ」必要があります。変形菌はそもそも1つしか細胞がないので、それこそ細胞の一部がうまく死なないと自分自身が死んでしまいます。子実体という美しい形をつくる時、いかに自分を保ちながら大掃除をして自分の一部を捨て、次世代に命をつなぐのか、という複雑なことを変形菌の単細胞はやってのけているようにみえます。このように変形菌は、とても巧妙に命をつなぐ技をもっていて、その結果として単細胞で複雑かつ美しい子実体をつくり出すことができる、すごい能力をもっている生き物と考えられます。

【参考文献】

1. Ross, I. K.: Mycologia, 65, 477-485 (1973)
2. Clark, J. & Haskins, E. F.: Mycosphere, 5, 153-170 (2014)
3. Stephenson, S. L. & Rojas, C.: Myxomycetes: Biology, Systematics, Biogeography, and Ecology, Academic Press (2017)